

**Висновки з даного дослідження.** Практична значущість дослідження полягає в наступному: планування забезпечує формування відповідної думки аудитора про діяльність суб'єкта перевірки з мінімальними витратами; виділення найбільш важливих і суттєвих частин і виключення зайвого часу, який міг би бути витрачений на питання аудиту персоналу з низьким рівнем ризику. Це дозволяє визначити основні тенденції показників, що характеризують фінансово-господарську діяльність підприємств, та властиві кризовим умовам економіки особливості здійснення аудиту персоналу.

**Список літератури:** 1. Арнс Е. Аудит / Е. Арнс, Дж. Лобекк. – М. : Финансы и статистика, 1995. – 558 с. 2. Дікань Л. В. Контроль і ревізія: Навч. Посібник для вищ. Навч. Закл. – К.: Центр навчальної літератури, 2004. – 245 с. 3. Всеукраїнська мережа практикумів. Подводные камни трудового кодекса и что нас ожидает? Проведение на предприятиях кадрового аудита. Семинар (Киев, 18 июля 2012 г.). – Киев, 2012. 4. Закон України “Про аудиторську діяльність” // Відомості Верховної Ради України. – 1993. – № 23. – С. 243. 5. Зубілевич С. Я., Голова С. Ф. Основи аудиту / С. Я. Зубілевич, С. Ф. Голова. – К. : Ділова Україна, 1996. – 374 с. 6. Попова Л. Кадровый аудит как система оценки человеческого потенциала компании / Л. Попова // [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://ru.wikipedia.org>. 7. Популярна юридична енциклопедія / [Кол. авт.-уклад. : В. К. Гіжевський, В. В. Головченко, В. С. Головченко, В. С. Ковальський та ін.]. – К.: Хрінком Інтер, 2002. – 528 с. 8. Северенко Л. П. Внутренний аудит в рамках корпоративного управления. Автореферет на соискание ученой степени кандидата экономических наук: / Л. П. Северенко. – Санкт-Петербург : СПбГУ, 2009. – 19 с.

**Bibliography (transliterated):** 1. Arens E. Audit. – Moscow : Fynansy y statystyka, 1995. – 558 p. 2. Dikan' L. V. Kontrol' i reviziya: Navch. Posibnyk dlya vyssh. Navch. Zakl. – Kiev: Tsentr navchal'noyi literatury, 2004. – 245 p. 3. Vseukrayins'ka merezha praktykumiv. Podvodnie kamny trudovoho kodeksa y chto nas ozhydaet? Provedenye na predpriyatyakh kadrovoho audyta. Semynar (Kyev, 18 yulya 2012 h.). – Kyev, 2012. 4. Zakon Ukrayiny “Pro audytors'ku diyal'nist”. Vidomosti Verkhovnoyi Rady Ukrayiny. – 1993. – No 23. – P. 243. 5. Zubilevych S. Ya., Holova S. F. Osnovy audytu. – Kiev: Dilova Ukrayina, 1996. – 374 p. 6. Popova L. Kadrovyy audit kak systema otsenky chelovecheskoho potentsyala kompanyy. Elektronnyy resurs]. – Rezhym dostupu : <http://ru.wikipedia.org>. 7. Populyarna yurydychna entsyklopediya / [Kol. avt.-uklad. : V. K. Hizhevs'kyu, V. V. Holovchenko, V. S. Holovchenko, V. S. Koval's'kyu ta in.]. – Kiev: Khrinkom Inter, 2002. – 528 p. 8. Severenko L. P. Vnutrennyy audit v ramkakh korporativnoho upravlenyya. Avtoreferet na soyskanye uchenoy stepeny kandydata ekonomycheskykh nauk. – Sank-Peterburh : SPNU, 2009. – 19 p.

*Надійшла (received) 16.06.2014*

УДК 338.24.01

**В. В. ДОРОХИН**, інженер, Старооскольський технологічний інститут;  
**М. В. РОВЕНСКИХ**, канд. екон. наук, доц., Старооскольський технологічний інститут;  
**Е. П. ЧЕНЦОВА**, канд. екон. наук, доц., Старооскольський технологічний інститут, Старый Оскол, Россия

## ОПТИМИЗАЦИЯ ГРАФИКА РЕМОНТОВ

Целью исследования является оптимизация графика ремонтов на участке грузоподъемных механизмов путем решения ряда задач: оптимизации времени проведения ремонтных работ; оптимизации сетевого графика непрямых затрат на ремонт; определения оптимальной последовательности проведения ремонтных работ. Наиболее целесообразно использовать теорию графов при планировании капитального ремонта грузоподъемного

оборудования, связанного с привлечением значительного числа исполнителей, загрузкой станочного парка и прочего технологического оборудования, расходом запасных частей и материалов.

**Ключевые слова:** теория графов, сетевой график, оптимизация, ориентированный граф, критический путь, коэффициент пересчета ресурсов, элементарные работы.

**Введение.** Ремонт грузоподъемного оборудования сопряжен со значительными временными, трудовыми и материальными затратами. Наилучшей организации работ можно добиться при использовании теории графов, которая позволяет оптимизировать график ремонтов.

Типовые задачи теории графов и их приложения: замена оборудования; составление расписания движения транспортных средств; анализ пропускной способности коммуникационной сети; оптимальный подбор интенсивностей выполнения работ; задача о распределении работ; проектирование кратчайшей коммуникационной сети.

Планирование ремонтов грузоподъемного оборудования с использованием теории графов позволяет устанавливать взаимосвязь планируемых работ и получаемых результатов, более точно рассчитывать план, своевременно осуществлять его корректировку. Процесс ремонта расчленяется на ряд промежуточных операций, очередность и продолжительность выполнения которых предусматриваются таким образом, чтобы обеспечить окончание всего объема работ в течение заданного периода времени. В результате сокращается продолжительность нахождения машин в ремонте, достигается строгое соблюдение технологически дисциплины как при выполнении отдельных операций, так и всего производственного процесса.

**Постановка задачи.** Решение задачи оптимизации графика ремонтов оборудования с использованием теории графов сводится к выполнению двух шагов: условной оптимизации каждого этапа работ; общей оптимизации.

Для дальнейших расчетов обозначим:

$W_j$  – кратчайший путь из  $j$  пункта в конечный;

$W_j(m, n, \dots, k)$  – кратчайший путь из  $j$  пункта в конечный, проходящий через  $m$ -,  $n$ -, и  $k$ -ый пункты.

Используем уравнение Беллмана для оптимизации:

$$W_i \{S_{i-1}, U_i\} = \min_{U_i} \{W_i(S_{i-1}, U_i)\} + W_{i+1}^*(\varphi(S_{i-1}, U_i)) \quad (1)$$

Для последнего шага уравнение имеет вид:

$$W_m(S_{m-1}) = \min_{U_i} \{W_m(S_{m-1}, U_m)\}, \quad (2)$$

где  $W_i = W_i(S_{i-1}, U_i)$  – критерий эффективности на  $i$  – ом шаге,  $U_i$  – управление на  $i$  – ом шаге,  $S_{i-1}$  – состояние системы перед  $i$  – ым шагом.

Состояние системы перед  $i + 1$  шагом описывается соотношением:

$$S_i = \varphi_i (S_{i-1}, U_i). \quad (3)$$

Все вышеперечисленные задачи сводятся к нахождению минимального значения (кратчайшего пути, оптимального времени ремонтных работ и т.д.). При этом, учитывая специфику той или иной задачи, можно использовать несколько различные математические модели.

**Изложение основного материала.** Для нахождения оптимального времени ремонтных работ введем обозначения характеристик, определяющих содержание комплекса работ деятельности:  $V$  – общие ресурсы по выполнению комплекса работ;  $ij$  – элементарные работы, с которых снимаются ресурсы;  $b_{ij}$  – выделенные ресурсы на выполнение элементарной работы ( $ij$ );  $t_{ij}$  – длительность выполнения элементарной работы ( $i,j$ ) выделенными ресурсами  $b_{ij}$ ;  $c_{ij}$  – коэффициент пересчета ресурсов работы.

$$c_{ij} = \frac{1}{b_{ij}}, \quad (4)$$

где  $T$  – время всего комплекса работ;  $n$  – количество работ.

Затем проводят выбор главного экономического показателя, критерия эффективности, по которому определяется успех выполнения всего комплекса работ, например, время выполнения работ  $T$  или ресурсы  $V$ .

В качестве критерия эффективности выбираем  $T$  – время, которое необходимо найти минимальным из возможных.

В начале решения задачи рассматриваем исходный вариант распределения общих ресурсов  $V$  по элементарным работам  $b_{ij}$ , что и определяет длительности их выполнения, поскольку известна связь  $t_{ij} = f(b_{ij})$ . Затем проводятся следующие операции: составляется перечень всех работ, которые необходимо включить в сетевой график; указывается логическая очередность выполнения работ (предшествующие и последующие); определяются ресурсы для каждой работы, длительность их выполнения; определяются правила пересчета ресурсов при их перераспределении между работами; все сведения представляются в виде структурно-временной таблицы.

Целевую функцию в обобщенном виде можно записать так:

$$T = f\{t_{0,1} = f(b_{0,1}); t_{1,2} = f(b_{1,2}); t_{2,3} = f(b_{2,3}); \dots; t_{n-1,n} = f(b_{n-1,n})\} \rightarrow \min \quad (5)$$

Поскольку управляемыми параметрами являются ресурсы элементарных работ  $b_{ij}$  (например, имеющееся оборудование), определяющие длительность их выполнения  $t_{ij}$ , то необходимо найти новый вариант перераспределения

выделенных ресурсов В путем переноса с одних работ (i, j) части ресурсов  $0 < x_{ij} < b_{ij}$  на другие работы (h, k), т.е.  $x_{ij} = x_{hk}$  так, чтобы срок выполнения работ был минимальным из возможных ( $h_k$  – элементарные работы, на которые переносятся ресурсы). Математическая модель будет иметь вид:

$$\begin{aligned} 0 < x_{ij} &\leq b_{ij}; \\ x_{ij} &= x_{hk} \\ t_{ij} &\geq 0 \\ B &= \sum_{i=1}^m b_{ij}. \end{aligned} \quad (6)$$

Механизм перераспределения средств включает уменьшение средств части работ (i, j) на некоторую величину  $x_{ij} < b_{ij}$ , что приводит к увеличению времени выполнения.

$$t_{ij} = f(x_{ij}) > t_{ij}. \quad (7)$$

Средства  $x_{ij}$ , вложенные в другую работу (h,k),  $x_{ij} = x_{hk}$ , приводят к уменьшению времени ее выполнения.

$$t_{hk}' = f(x_{hk}) < t_{hk}. \quad (8)$$

Зависимость является нелинейной и может быть представлена выражением

$$t = \lim_{n \rightarrow \infty} t_0 \left(1 \pm c \frac{x}{n}\right)^n = t_0 \exp(cx) = t_0 \exp\left(\frac{x}{b}\right), \quad (9)$$

что показывает экспоненциальную форму связи.

В практике обычно:

$$t_{ij}' = t_{ij}(1 + c_{ij}x_{ij}) = t_{ij} + t_{ij} \frac{x_{ij}}{b_{ij}}; \quad (10)$$

$$t_{hk}' = t_{hk}(1 - c_{yr}x_{hk}) = t_{hk} - t_{hk} \frac{x_{hk}}{b_{hk}}. \quad (11)$$

В связи с тем, что ресурсы В ограничены, должны выполняться условия их сохранения:

$$\sum_{CH}^M x_{ij} = \sum_{ПЕР}^N x_{hk}, \quad (12)$$

где М – число работ, с которых снимались средства, N – число работ, на которые средства переносились.

На этом основании общий срок выполнения всего комплекса работ определяется целевой функцией:

$$T_{KP} = \sum_{KP} t_{l,m} + \sum_{KP}^N f(x_{h,k}), \quad (13)$$

где  $(l, m)$  – номера работ критического пути, средства которого не изменялись.

В процессе перераспределения средств необходимо соблюдать условие ограничения на величину  $x_{ij}$  с работы  $(i,j)$ , который определяется наличием свободных резервов времени  $r_{ij}^{CB}$  у этой работы и определяются формулой:

$$t_{ij} + r_{ij}^{CB} \geq t_{ij}(1 - c_{ij}x_{ij}) \quad (14)$$

и удовлетворяют условию:

$$x_{ij} \leq \frac{r_{ij}^{CB}}{t_{ij}c_{ij}}. \quad (15)$$

Решение задачи оптимизации состоит в последовательном переносе средств с некритических работ на критические, переходе от одного пути к другому до тех пор, пока все работы не будут критическими и не будут иметь резервов, а длительности всех путей станут равными.

Для нахождения кратчайших путей в графе будем рассматривать ориентированные графы  $G = \langle V, E \rangle$ , дугам которых приписаны веса. Это означает, что каждой дуге  $\langle u, v \rangle \in E$  поставлено в соответствие некоторое вещественное число  $a(u, v)$ , называемое *весом* данной дуги. Нас будет интересовать нахождение кратчайшего пути между фиксированными вершинами  $s, t \in V$ . Длину такого кратчайшего пути мы будем обозначать  $d(s, t)$  и называть *расстоянием* от  $s$  до  $t$  (расстояние, определенное таким образом, может быть отрицательным). Если не существует ни одного пути из  $s$  в  $t$ , то полагаем  $d(s, t) = \infty$ . Если каждый контур нашего графа имеет положительную длину, то *кратчайший* путь будет всегда *элементарным* путем, т.е. в последовательности  $v_1, \dots, v_p$  не будет повторов. С другой стороны, если в графе существует контур отрицательной длины, то расстояние между некоторыми парами вершин становится неопределенным, потому что, обходя этот контур достаточное число раз, мы можем показать путь между этими вершинами с длиной, меньшей произвольного вещественного числа. В таком случае, можно было бы говорить о длине кратчайшего элементарного пути, однако задача, поставленная таким образом, вероятно, будет значительно более сложной, так как, в частности, она содержит в себе задачу существования гамильтонова пути.

**Выводы.** В работе представлен подход к планированию работ по ремонту грузоподъемной техники с использованием методов теории графов. В результате построения сетевых графиков ремонтов и их оптимизации можно добиться сокращения сроков ремонта в первую очередь по критическому пути.

Кроме того, оптимальный сетевой график ремонта грузоподъемного оборудования помимо требований заданного срока окончания работ, также отвечает принципу равномерности загрузки исполнителей и наиболее целесообразного распределения запасных частей и материалов по мере их изготовления или поступления. Таким образом, использование теории графов позволяет совмещать ремонт оборудования в составе технологических цепочек, что способствует оптимизации экономических показателей производства за счет уменьшения простоев оборудования.

**Список литературы:** 1. Угаров А.А., Иванова Т.А., Николаева С.И. Вопросы моделирования стратегии предприятий черной металлургии // Сталь. – 2003. – №9. – С.78. 2. Ледовской В.М., Мирской Н.И., Гладышев С.А., Крахт В.Б., Карпов Э.А. Ноосферное развитие горно-металлургического комплекса КМА. Экология. Технология. Экономика. Управление. – Старый Оскол: Тонкие наукоемкие технологии, 2003. – 436 с. 3. Альпин Ю.А., Ильин С.Н. Дискретная математика: графы и автоматы. Учеб. пос. – Казань: Казанский государственный университет им. В.И. Ульянова-Ленина, 2006. – 78 с. 4. Асанов М.О., Баранский В.А., Расин В.В. Дискретная математика: графы, матроиды, алгоритмы. М.: изд-во «Лань», 2010. – 368 с. 5. Новицкий, Н. И. Сетевое планирование и управление производством : учебно-практическое пособие. – М.: Новое знание, 2004. – 159 с.

**Bibliography (transliterated):** 1. Ugarov A.A., Ivanova T.A., Nikolaeva S.I. Voprosy' modelirovaniya strategii predpriyatiy chernoy metallurgii // Stal'. – 2003. – No 9. – P.78. 2. Ledovskoy V.M., Mirskoy N.I., Gladyshev S.A., Kraht V.B., Karpov E.A. Noosfernoe razvitie gorno-metallurgicheskogo kompleksa KMA. E'kologiya. Tehnologiya. E'konomika. Upravlenie. – Stary'y Oskol: Tonkie naukoemkie tehnologii, 2003. – 436 p. 3. Al'pin YU.A., Il'in S.N. Diskretnaya matematika: grafy' i avtomaty'. Ucheb. pos.. – Kazan': Kazanskiy gosudarstvenny'y universitet im. V.I. Ul'yanova-Lenina, 2006. – 78 p. 4. Asanov M.O., Baranskiy V.A., Rasin V.V. Diskretnaya matematika: grafy', matroidy', algoritmy'. Moscow izd-vo «Lan'», 2010. – 368 p. 5. Novitskiy, N. I. <http://opac.mpei.ru/notices/index/IdNotice:119060/index.php?url=/auteurs/view/21933/source:default> 5. Setevoe planirovanie i upravlenie proizvodstvom : uchebno-prakticheskoe posobie. – Moscow: Novoe znanie, 2004. – 159 p.

Поступила (received) 16.06.2014

УДК 331.101

**Е. А. КИРСАНОВ**, инженер, Старооскольский технологический институт;  
**Г. И. ГРИДНЕВА**, канд. экон. наук, доц., Старооскольский технологический институт;

**Н. В. КАРПОВА**, канд. экон. наук, доц., Старооскольский технологический институт;

**А. А. УДОВИКОВА**, канд. экон. наук, доц., ФГАОУ ВПО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет» Старооскольский филиал (СОФ НИУ «БелГУ»), Старый Оскол, Россия

### **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПРЕМИАЛЬНО-ПЕРЕМЕННОЙ ЧАСТИ ЗАРАБОТНОЙ ПЛАТЫ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ МОТИВАЦИИ ПЕРСОНАЛА ПРЕДПРИЯТИЯ**

При расчете отплаты труда на предприятии учитываются различные виды оплат. В данной статье рассмотрен способ формирования премиально-переменной части заработной платы. Выполнен расчет коэффициентов для установления рекомендуемого уровня заработной платы. Приведены оценочные